

PCT/JP 03/02941

14.04.03
日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2002年 3月12日

REC'D 06 JUN 2003

出願番号
Application Number:

特願2002-066941

WIPO PCT

[ST.10/C]:

[JP2002-066941]

出願人
Applicant(s):

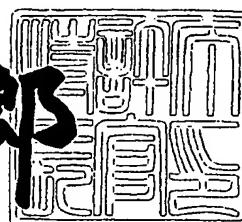
三星ダイヤモンド工業株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3036651

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 PK00210

【提出日】 平成14年 3月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23K 26/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府吹田市南金田2丁目12番12号 三星ダイヤモンド工業株式会社内

【氏名】 大津 泰秀

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府吹田市南金田2丁目12番12号 三星ダイヤモンド工業株式会社内

【氏名】 枝 達雄

【特許出願人】

【識別番号】 390000608

【氏名又は名称】 三星ダイヤモンド工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075502

【弁理士】

【氏名又は名称】 倉内 義朗

【電話番号】 06-6364-8128

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009092

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 脆性材料の加工方法及び加工装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を加工する方法において、複数のレーザ光源からのレーザ光を同時に脆性材料に照射して、脆性材料表面上のレーザ光の照射範囲を所定形状にして移動させることを特徴とする脆性材料の加工方法。

【請求項2】 各レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に導く複数の光導波路を設けるとともに、それら光導波路を束ねた状態で、脆性材料の表面にレーザ光を合成して照射することを特徴とする請求項1記載の脆性材料の加工方法。

【請求項3】 出力強度が異なる複数のレーザ光源を組み合わせて、脆性材料の表面に照射するレーザ光の合成強度分布を調整することを特徴とする請求項1または2記載の脆性材料の加工方法。

【請求項4】 脆性材料の表面に照射するレーザ光のビーム形状が、目的とする形状となるように、複数のレーザ光の脆性材料表面への各照射スポット位置を設定することを特徴とする請求項1、2または3記載の脆性材料の加工方法。

【請求項5】 レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を加工する加工装置において、複数のレーザ光源と、その各レーザ光源からのレーザ光を脆性材料の表面に導く光導波路と、脆性材料へのレーザ光照射位置を移動する走査手段と、脆性材料のレーザ光照射面における光強度を測定するための光強度測定手段と、光強度測定手段を脆性材料のレーザ光照射面に沿って移動させる移動手段を備え、その光強度測定手段の出力を、脆性材料の表面に照射される複数のレーザ光の合成強度分布の測定情報として用いるように構成されていることを特徴とする脆性材料の加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ガラス、セラミックあるいは半導体ウエハなどの脆性材料の加工方法及び加工装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

レーザ光源からのレーザ光を加工対象の脆性材料の表面に照射し、その際に発生する加熱冷却変化による熱歪を利用して脆性材料を加工することが知られている。

【0003】

例えば、特公平3-13040号公報には、脆性材料の加工始点に形成した亀裂を、レーザ光照射による熱応力により加工ライン上に沿って誘導することによって、脆性材料を割断する加工方法が開示されている。また、特表平8-509947号（特許第3027768号）公報には、脆性材料へのレーザ光照射により発生する熱応力によって材料表面から所定深さまで達する亀裂を形成し、その亀裂を利用して脆性材料を分断する加工方法が開示されている。

【0004】

この種の加工に用いられるレーザ光源の代表的なものとして、発振波長が2.9 μmのHFレーザ、発振波長が5.5 μmのCOレーザ、発振波長が10 μm付近のCO₂レーザ等のガスレーザが挙げられる。また、固体レーザとして、種々の波長を発振するルビーレーザ、半導体レーザ等が市販されている。

【0005】

市販品として入手可能なレーザ光源のうち、1~3 μm付近の波長のレーザ光はシリコン等の半導体ウエハの加工に用いられており、5~10.6 μm付近の波長のレーザ光はガラス等の脆性材料の加工に用いられている。また、1~10.6 μm付近の波長のレーザ光を用いて各種セラミック材料を加工することが行われている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、レーザ光を用いた加工方法によれば、照射レーザ光の波長に対する加工材料の吸収率が大きいため、照射レーザ光の大部分が材料の表面付近で吸収

されてしまい、照射レーザ光による加熱は材料表面から数 μm の深さにまでしか及ばない。

【0007】

その状況を図6に示すと、レーザ光Lの照射にて加熱される加熱領域は、脆性材料Wの厚さに較べると表面付近の非常に局部的な領域であり、材料内部には熱伝導（熱伝導領域）にて熱が伝播してゆく。このため、材料内部が広範囲に加熱されるまでに多くの時間がかかり、このことが加工時間の高速化をはかる上での障害となっていた。

【0008】

特公平3-13040号公報や特表平8-509947号（特許第3027768号）公報に開示されている加工方法によれば、レーザ光の波長の選定はそれ程厳密に配慮されておらず、照射するレーザ光が最適な吸収波長となっていないことが多い。このため、材料内部の温度上昇に多くの時間を要することから、レーザ光の照射時間を長くとる必要があり、加工速度を速くすることができない。

【0009】

また、照射時間を長くした際の別の問題として、材料内部が加工（亀裂の形成）に必要な温度に達する前に、照射部の表面付近の温度が材料の溶融温度近く、もしくはそれ以上に加熱されて材料表面付近が溶融してしまうと、精度が良好なスクライブラインを得ることが困難になるという問題がある。なお、特表平8-509947号（特許第3027768号）公報に開示の加工方法では、材料内部が十分に加熱されるまでに多くの時間を要することから、実用上用いられる走査速度における加熱時間では亀裂を材料の内部深くまでは形成することができないという問題もある。

【0010】

実用上有効な加工速度を得るために、加工に用いるレーザ光の照射面積ができるだけ広範囲になることを意図して、レーザ発振部から出てくるレーザビームの広がりを走査方向に沿って楕円状とか長円状となるように、各種レンズや光学部品を組み合わせて光学系システムに工夫を加えることで実現されている例が開示されている。

【0011】

本発明は、そのような実情に鑑みてなされたもので、加工速度の速い脆性材料の加工方法及び加工装置の提供を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明の加工方法は、レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を加工する方法において、複数のレーザ光源からのレーザ光を同時に脆性材料に照射して、脆性材料表面上のレーザ光の照射範囲を所定形状にして移動させることによって特徴づけられる。

【0013】

本発明の加工方法において、各レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に導く複数の光導波路（例えば中空光ファイバあるいは中空導波路等）を設けるとともに、それら光導波路を束ねた状態で、脆性材料の表面にレーザ光を合成して照射することが好ましい。

【0014】

本発明の加工方法において、出力強度が異なる複数のレーザ光源を組み合わせて、脆性材料の表面に照射するレーザ光の合成強度分布を調整するという方法を採用してもよい。また、脆性材料の表面に照射するレーザ光の合成ビーム形状が、目的とする形状となるように、複数のレーザ光の脆性材料表面への各照射スポット位置を設定するという方法を採用してもよい。

【0015】

本発明の加工方法の作用を説明する。

【0016】

複数のレーザ光源からのレーザ光を同時に脆性材料に照射すると、レーザ光が照射される照射面積が増加し、加工対象の脆性材料表面上のレーザ光の照射面積が大幅に広がって、照射時間当たりに加熱される内部の加熱体積が増加する。これにより熱歪が広範囲にわたって発生し、レーザ光を脆性材料の表面上の所定方向に沿って相対運動をさせながら走査してゆく際に、深い領域まで延びる亀裂を

高速で進展させることができる結果、加工速度を向上させることができる。

【0017】

しかも、多数のレーザ光源からの低レーザ光を脆性材料に同時に照射することで、レーザ光源として低出力の半導体レーザを用いることが可能になる。

【0018】

すなわち、ガスレーザと比較すると通常半導体レーザは出力強度が低く、1個当たりの出力強度は十分ではないが、多数の半導体レーザを用いて、加工対象の脆性材料の表面にレーザ光を同時に照射することにより、必要な熱効果を脆性材料の広い表面領域において同時に作用させて熱歪を広範囲にわたって発生させることができになる。

【0019】

本発明の加工方法の作用を更に詳しく説明する。

【0020】

まず、レーザ光源の出力はガウス関数で近似することができる。

【0021】

いま、判り易くするために、1つのレーザ光源の光出力強度の2次元での分布形状を2次関数で近似する。図2に示すように、3個のレーザ光源からのレーザ光を少しずれた3箇所に同時に照射することを想定する。イ、ロ、ハで示す出力強度分布のグラフ形状を、それぞれ、

$$y_1 = a(x + b)^2 + c$$

$$y_2 = a x^2 + c$$

$$y_3 = a(x - b)^2 + c$$

で表すと、3つの光出力が合成された光強度分布は、同様に2次関数の形で、

$$Y = A(x - B)^2 + C$$

と表すことができるので、あたかも1つのレーザ光源からのレーザ光が広い面積を照射するような結果となる。なお、実際の場合は、レーザ光源（レーザ光の照射スポット）の配列を3次元配列とするので、上記したような2次元変化が3次元的な分布変化となる（図3参照）。

【0022】

以上のことから、より多くのレーザ光源からのレーザ光を同時に脆性材料に照射することで、広い面積の表面領域を同時に照射することが可能になる。その結果、脆性材料の内部の広い体積を同時に加熱することができ、加工速度を高めることが可能となる。

【0023】

本発明の加工装置は、以上の特徴をもつ脆性材料の加工方法の実施に適した装置であって、レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を加工する加工装置において、複数のレーザ光源と、その各レーザ光源からのレーザ光を脆性材料の表面に導く光導波路（例えば中空光ファイバあるいは中空導波路等）と、脆性材料へのレーザ光照射位置を移動させる走査手段と、脆性材料のレーザ光照射面における光強度を測定するための光強度測定手段と、該光強度測定手段を脆性材料のレーザ光照射面に沿って移動させる移動手段を備え、その光強度測定手段の出力を、脆性材料の表面に照射される複数のレーザ光の合成強度分布の測定情報として用いるように構成したところに特徴がある。

【0024】

本発明の加工装置によれば、光強度測定手段の出力に基づいて、脆性材料に照射するレーザ光の合成強度分布が、目的とする強度分布となっているのか否かを確認することができる。また、出力強度が異なる複数のレーザ光源を用いた場合に、合成強度分布がどのような強度分布になるのかを確認することもできる。

【0025】

なお、本発明は、レーザ光源からのレーザ光の照射により、脆性材料に深い亀裂を入れる切断加工、あるいはレーザ光の照射のみで脆性材料を加工線（スクライプ線）の左右に完全に分離する割断加工のいずれの加工にも適用できる。

【0026】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態を、以下、図面に基づいて説明する。

【0027】

図1は本発明の実施形態の構成を模式的に示す図である。

【0028】

図1の加工装置は複数のレーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ を備えている。これらレーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ には半導体レーザが用いられている。

【0029】

複数のレーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ は、加工対象となる脆性材料Wの上方位置に行列状に配置されている。各レーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ からのレーザ光はそれぞれ中空光ファイバ $1_0 \cdots 1_0$ を介して脆性材料Wの表面に導かれ、脆性材料Wの表面に同時に照射される。

【0030】

複数本の中空光ファイバ $1_0 \cdots 1_0$ の先端側は束ねられており、各レーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ からのレーザ光Lは束ねられた状態で脆性材料Wに照射される。これらレーザ光Lの照射スポットはX-Y方向に行列状に配置されており、脆性材料Wへのレーザ光照射により、図3の模式図に示すような、3次元的な光強度分布が形成される。

【0031】

加工対象となる脆性材料Wは、X-Yテーブル等の走査機構2によって、X-Y方向に移動される。複数のレーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ の下方には光強度測定器3が配置されている。

【0032】

光強度測定器3は、加工対象となる脆性材料Wの表面付近に選択的に配置される。光強度測定器3は、移動機構4によって脆性材料Wの表面と平行な方向(水平方向)に移動され、その移動により、脆性材料Wの表面に照射されるレーザ光Lの合成光強度分布を測定することができる。

【0033】

光強度測定器3の出力は信号処理回路5にて所定の信号処理が施された後、モニタ装置6に入力され、そのモニタ画面上に光強度分布画像が表示される。なお、光強度測定器3は、脆性材料Wの加工時には、加工の障害とならない位置まで移動される。

【0034】

また、光強度測定器3と同等の検出器3'を脆性材料Wの裏側に設け、材料裏面と平行な水平方向に移動するよう移動機構4'を設けておけば、脆性材料Wの表面側と合わせて裏面側の透過した光強度を確認することも可能である。

【0035】

例えば、脆性材料Wが薄い際は裏面側での光強度が必要以上であって、その漏れてくる光エネルギーはクラックの形成に寄与しない無駄なエネルギー消費に相当する。こうした無駄を抑えるためにも、切断作業の前に裏面側の透過光強度を測定し、もしその値が局部的または全体的に大きければ各レーザ光源11、12、…、m1、m2、…、mnからの光出力を減少させてから切断作業を実行しても同等の加工性能が得られることになる。

【0036】

以上の実施形態によれば、複数のレーザ光源（半導体レーザ）11、12、…、m1、m2、…、mnを用いて、加工対象の脆性材料Wの表面に複数のレーザ光Lを同時に照射しているので、必要な熱効果を脆性材料Wの広い表面領域において同時に作用させて熱歪を広範囲にわたって発生させることが可能となる。その結果、レーザ光Lを脆性材料Wの表面上の所定方向に沿って相対運動をさせながら走査してゆく際に、深い領域まで延びる亀裂を高速で進展させることができる。

【0037】

なお、本実施形態では、レーザ光源11、12、…、m1、m2、…、mnからのレーザ光Lの照射により、脆性材料Wの内部深くまで亀裂を入れる切断加工、あるいは脆性材料Wの加工始点に形成した亀裂をレーザ光照射により進展させて脆性材料Wを完全に分離する割断加工のいずれの加工も可能である。

【0038】

本実施形態によれば、光強度測定器3を脆性材料Wの表面近くで水平に移動させ、その光強度測定器3からの出力信号を処理して合成強度分布をモニタ画面に写し出すようにしているので、複数のレーザ光の合成強度分布が必要とする強度分布になっているか（例えば、所定位置で所定の強度の値が得られるか）どうか

を、モニタ画面上に例えば表示される照射位置と強度データ値にて確認することができる。

【0039】

また、出力強度が異なるレーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ を用いて、例えば、図1のレーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ の配列において、中央に位置するレーザ光源の光強度を、両側の列のレーザ光源の光強度に較べて強くなるようにした場合、合成光強度分布が、どのような形態になっているのかを、光強度測定器3からの出力信号を解析することにより確認することができる。そうした場合に、合成光強度分布が所定の形状となっていない場合には、各レーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ の電流値を制御することにより、希望する合成光強度分布を得ることができる。

【0040】

本発明の実施形態において、複数のレーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ のうち、駆動するレーザ光源の選択、あるいは中空光ファイバ $1_0 \cdots 1_0$ の先端側の配置（東ね方）を適宜に選定することにより、脆性材料Wに照射するレーザ光のビーム形状を任意に設定することができる。

【0041】

例えば、図4（A）～（D）に模式的に示すような橜円リングモードビーム、あるいは図5（A）に示すV字状ビーム、図5（B）に示すU字状ビーム、図5（C）に示す三角形状ビーム、図5（D）に示すスリット状ビームなど、様々なビーム形状を設定することができる。この場合、ビームの縦幅が狭い方が速度と精度に効果的である。また、ビームの横幅が長い方が速度と精度に効果的である。

【0042】

従って、加工対象となる脆性材料Wに最適なビーム形状を、予めコンピュータを用いた応用分析解析、熱伝導による温度分布解析から、加工対象条件（ガラス材質、厚み等）に対応して予想される最適光強度分布形状に応じて組み合わせに必要な数と強度と配置を適切に設定したビーム形状のレーザ光を脆性材料Wに照射することが可能となる。

【0043】

しかも、出力強度の異なる複数のレーザ光源を用いることにより、脆性材料の表面に照射するレーザ光の合成光強度分布も任意に設定することができるので、強度分布を加味した力学的計算等を行うことによって、最適なビーム形状で、かつ最適な光強度分布のレーザ光を脆性材料Wに照射することが可能となり、加工の高速化をより一層高めることができる。

【0044】

以上の実施形態では、半導体レーザを用いた例を示したが、本発明は、これに限られることなく、CO₂レーザやYAGレーザ等の他の各種のレーザ装置を適用してもよい。なお、CO₂レーザ等の高出力のレーザ装置を用いる場合、レーザ光を脆性材料の表面に導く光導波路としては、低損失な伝送が可能な中空光ファイバ及び中空導波路等（松浦 祐司、宮城 光信：応用物理、第68巻、pp. 41-43 1993年及び同第62巻、pp. 44-46 1993年）を用いることが可能である。

【0045】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、複数のレーザ光源からのレーザ光を同時に脆性材料に照射するので、レーザ光が同時に照射される照射面積が増加し、加工対象の脆性材料表面上のレーザ光の照射面積が大幅に広がって、照射時間当たりに加熱される内部の加熱体積が増加する。その結果、加工速度を向上させることができる。

【0046】

また、複数のレーザ光源からのレーザ光を脆性材料に同時に照射することで、1つの大出力のレーザ光を広範囲の面積に照射させたのと同等の効果を得ることができるので、脆性材料の加工に低出力の半導体レーザを用いることが可能になる。さらに、脆性材料に照射する合成レーザ光のビーム形状及びレーザ光の合成強度分布を任意に調整することができるので、加工対象となる脆性材料に最適な条件で加工を行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態の構成を模式的に示す図である。

【図2】

複数のレーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射したときの2次元的な光強度分布を模式的に示す図である。

【図3】

複数のレーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射したときの3次元的な光強度分布を模式的に示す図である。

【図4】

複数のレーザ光源を用いた場合に設定できるビーム形状（平面形状）の例を示す図である。

【図5】

複数のレーザ光源を用いた場合に設定できるビーム形状（平面形状）の他の例を示す図である。

【図6】

レーザ光照射により脆性材料の表面付近のみが加熱される状況を模式的に示す図である。

【符号の説明】

1 1、1 2、…、m 1、m 2、…、m n レーザ光源

2 走査機構

3 光強度測定器

4 移動機構

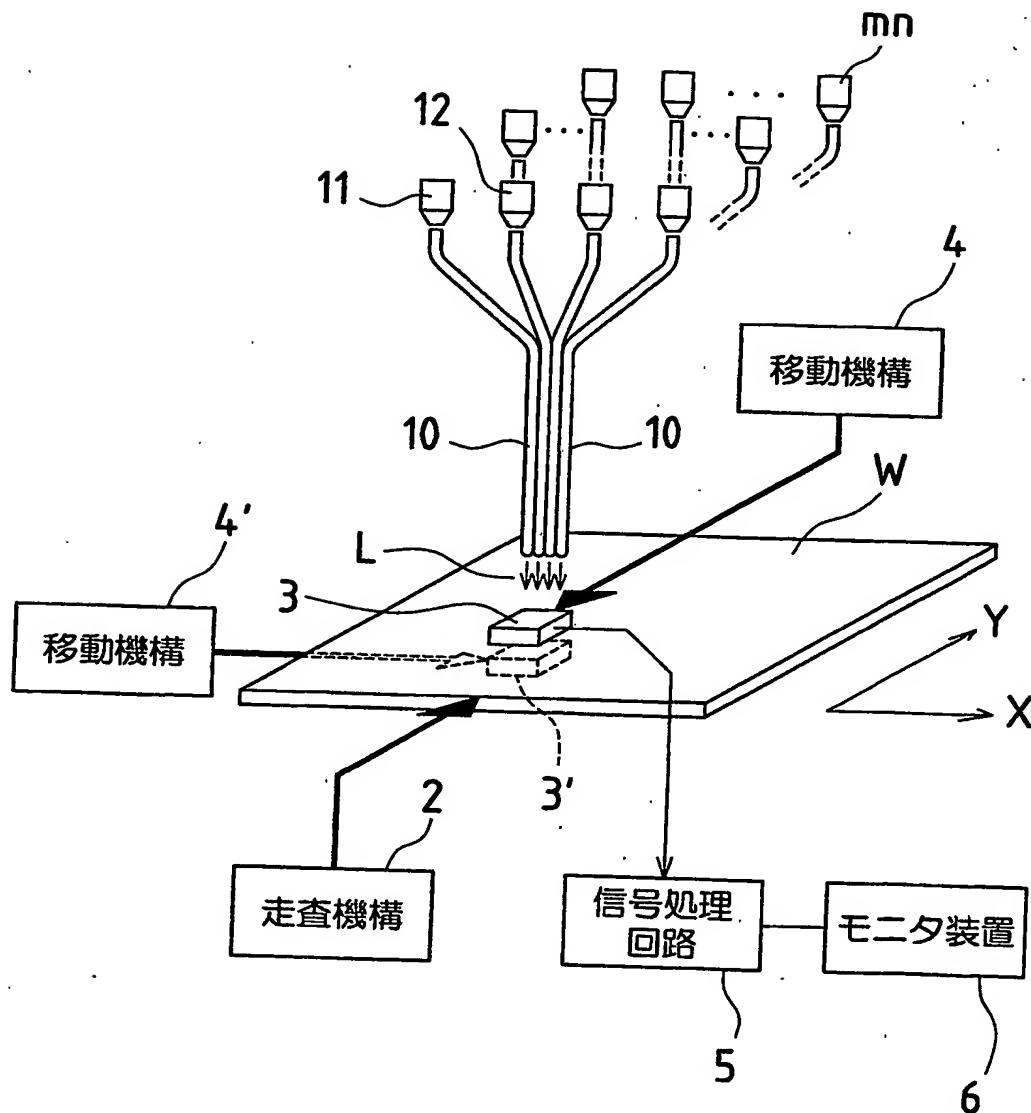
5 信号処理回路

6 モニタ装置

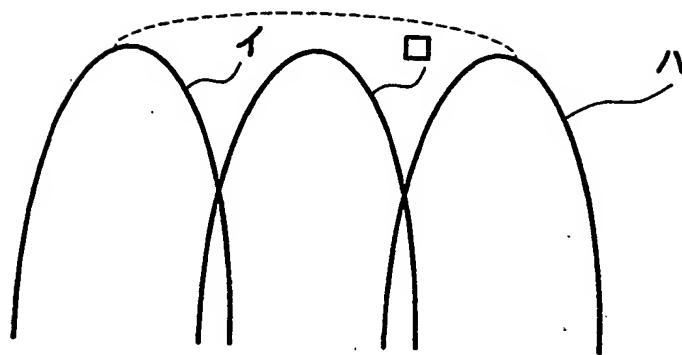
【書類名】

図面

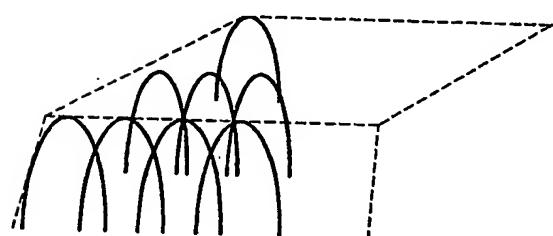
【図1】



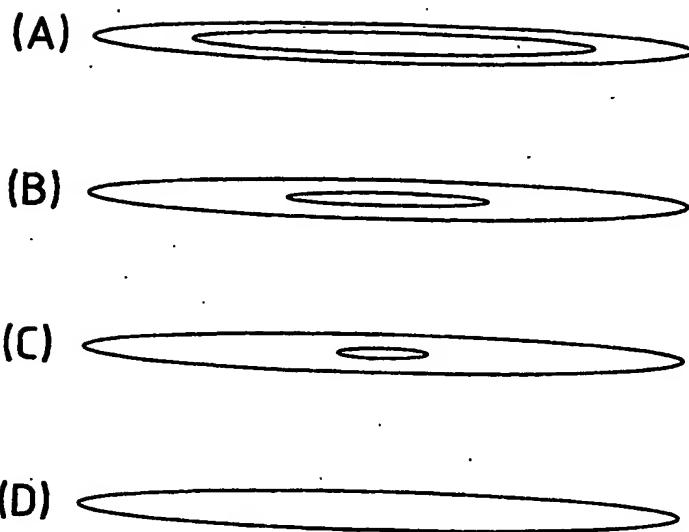
【図2】



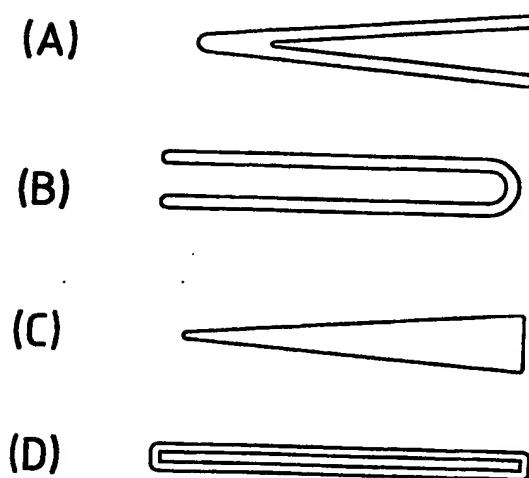
【図3】



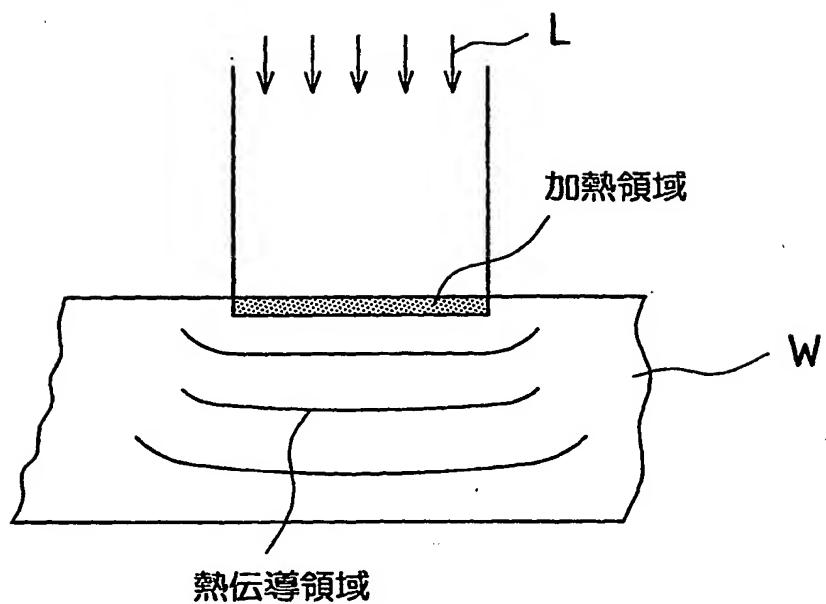
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 加工速度の速い脆性材料の加工方法及び加工装置を提供する。

【解決手段】 レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を加工する方法において、複数のレーザ光源 1_1 、 1_2 、…、 m_1 、 m_2 、…、 m_n からのレーザ光Lを同時に脆性材料Wに照射して、脆性材料表面上のレーザ光の照射範囲を所定形状にして移動させることにより加工を行う。また、各レーザ光源 1_1 、 1_2 、…、 m_1 、 m_2 、…、 m_n からのレーザ光を脆性材料に導く光導波路 $1_0 \cdots 1_{10}$ を設けるとともに、それら光導波路 $1_0 \cdots 1_{10}$ を束ねた状態で、脆性材料Wの表面にレーザ光Lを合成して照射する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [390000608]

1. 変更年月日 2002年 2月 5日

[変更理由] 住所変更

住 所 大阪府吹田市南金田2丁目12番12号
氏 名 三星ダイヤモンド工業株式会社